

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 322**

51 Int. Cl.:

A01N 43/90 (2006.01)

A01N 57/16 (2006.01)

A01N 43/08 (2006.01)

A01P 21/00 (2006.01)

C05B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.12.2010 PCT/US2010/062267**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2011 WO11090726**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2010 E 10844271 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2519105**

54 Título: **Uso de un metabolito natural para aumentar la producción de cultivos**

30 Prioridad:

28.12.2009 US 290473 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.10.2017

73 Titular/es:

**THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA (100.0%)
1111 Franklin Street, 12th Floor
Oakland, CA 94607, US**

72 Inventor/es:

LOVATT, CAROL, J.

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 635 322 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Uso de un metabolito natural para aumentar la producción de cultivos

5 **Campo**

Se describen composiciones y métodos para aumentar la brotación de yemas para aumentar aspectos de uno o ambos de crecimiento vegetativo y reproductivo de plantas, mediante el uso de un metabolito natural. En particular, la presente divulgación proporciona un metabolito natural ya sea solo o como parte de una mezcla fertilizante para aumentar la producción de cultivos. Además, la presente divulgación proporciona un metabolito natural en combinación con uno o ambos de un regulador de crecimiento vegetal y un bioestimulante para aumentar la producción de cultivos.

15 **Antecedentes**

Las poblaciones mundiales crecientes y las tierras de cultivo productivas menguantes colocan demandas crecientes sobre la eficacia agrícola. La sostenibilidad de la agricultura demanda que la producción por área unidad de tierra se aumente de una manera rentable. Hace mucho que el fin de los agricultores es ser capaces de manipular el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas para aumentar la cantidad y calidad de los cultivos. Los cultivos de hortalizas, frutas, frutos secos, granos, forraje y cultivos ornamentales no son una excepción. El rendimiento total se expresa como función de la cantidad y la masa como el producto del órgano (por ejemplo, raíz, tallo, hoja, flor, semilla y fruto) o número de planta multiplicado por el peso del órgano o planta. Por tanto, un aumento en el rendimiento del cultivo total puede resultar de un aumento en la cantidad, un aumento en la masa, o una combinación de los dos. Según los cultivadores se esfuerzan para aumentar la rentabilidad de sus tierras de cultivo, la cantidad y tamaño se han vuelto cada vez más importantes. Esto es cada vez más importante en la producción de cultivos de frutas y frutos secos. Según esto, puesto que los consumidores tienden a preferir frutas y frutos secos de gran tamaño, son comercialmente más valiosos que las frutas y frutos secos de tamaño pequeño.

El rendimiento total de cultivos de hortalizas, frutas, frutos secos, granos, forraje y plantas ornamentales está afectado por muchos factores. Por ejemplo, la cantidad de fruta depende del número de flores y el número de ramas capaces de tener flores, mientras que el tamaño del fruto depende el número de cuajado de fruto. La producción de semillas influye tanto el número de cuajado de fruto como el tamaño del fruto. El tamaño del fruto también está influido por el número de hojas que exportan los productos de fotosíntesis al fruto. Los cultivos de raíces, tubérculos y bulbos están afectados similarmente por el número de hojas que exportan productos fotosintéticos a las partes de la planta por debajo del suelo. Las partes de la planta por encima y por debajo del suelo producen hormonas que afectan adicionalmente el crecimiento de la planta y el rendimiento del cultivo. El desarrollo de la raíz, absorción de nutrientes, disponibilidad de agua, clima y estrés (abiótico y biótico) afectan todos a la fotosíntesis y metabolismo vegetal y por tanto al tamaño del fruto. Además, todos los aspectos de la producción están afectados por prácticas agrícolas tal como poda, fertilización, irrigación y uso de suplementos nutricionales y reguladores del crecimiento vegetal.

Actualmente, los reguladores de crecimiento vegetal (PGR, por sus siglas en inglés) son una de las herramientas más poderosas disponibles para manipular el crecimiento vegetativo y reproductivo de plantas de cultivo. Para una amplia variedad de cultivos anuales, bienales y perennes, los PGR se han usado para resolver problemas de producción. Por ejemplo, se han usado PGR con éxito como rociados foliares para aumentar la floración, sincronizar la floración, o cambiar el tiempo de floración para evitar condiciones climáticas adversas o para desplazar la cosecha a un momento cuando el mercado es más económicamente favorable. Los PGR de aplicación foliar se usan rutinariamente para mejorar el cuajado de frutos, reducir la caída en junio o para prevenir la caída pre-cosecha para aumentar el rendimiento. Los rociados de PGR se aplican para aumentar el tamaño del fruto directamente estimulando la división celular. La aplicación de un PGR que reduce el número de flores formadas o fomenta la abscisión de flores o frutos aumenta el tamaño del fruto indirectamente disminuyendo el número de frutos. Se han usado PGR como tratamientos tanto antes como después de la cosecha para acelerar o ralentizar el proceso de maduración, el desarrollo de color, y la maduración de tejidos específicos para mejorar la calidad del producto vendido en el mercado. Un uso emergente de los PGR es para superar los efectos adversos de estreses abióticos.

Sorprendentemente, estos éxitos se han alcanzado con un número modesto de PGR comerciales que son miembros de o impactan la síntesis de uno de cinco grupos clásicos: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno. Kobayashi et al. (Chemical Abstracts Service, no. de acceso a la base de datos 80:44694 y patente JP No. 48067051) divulgan una composición que comprende prolina, hidrolizado de proteínas, uridina, glutamato, adenosina e hidrolizado de ácido nucleico (por ejemplo, más de un nucleósido) como un agente que fomenta el crecimiento para plantas anuales. Ito et al. (Chemical Abstracts Service, no. de acceso a la base de datos 85:42078) divulgan que varios nucleósidos fomentaban el crecimiento de plántulas e inhibían la elongación de las raíces de una planta anual (por ejemplo, arroz) y por tanto tenían efectos tanto inhibidores como estimuladores en el crecimiento vegetativo durante las fases tempranas de una planta de cultivo anual.

Sin embargo, como muchos PGR son compuestos químicos sintéticos que imitan los efectos de las hormonas vegetales naturales, están sometidos a regulación bajo la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas,

administrada por la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos. Además de las trabas reguladoras encaradas por los PGR, su uso no es favorablemente recibido por un segmento creciente de consumidores que prefieren la producción orgánica. Como tal, lo que la técnica necesita son composiciones y métodos que empleen compuestos naturales para aumentar la producción de cultivos.

5

Compendio

Se describen composiciones y métodos para aumentar la brotación de yemas para aumentar aspectos de uno o ambos de crecimiento vegetativo y reproductivo de plantas, mediante el uso de un metabolito natural. En particular, la presente divulgación describe un metabolito natural, ya sea solo o como parte de una mezcla fertilizante para aumentar la producción de cultivos. Además, la presente divulgación describe un metabolito natural en combinación con uno o ambos de un regulador de crecimiento vegetal y un bioestimulante para aumentar la producción de cultivos. La presente divulgación describe además un metabolito natural que, dependiendo del uso, podría el mismo etiquetarse un suplemento nutricional, un bioestimulante o un regulador de crecimiento vegetal.

10

15

La presente divulgación proporciona métodos de aumentar la producción de cultivos, que comprenden administrar a una planta de cultivo una composición que comprende una cantidad eficaz de un nucleósido que comprende al menos el 95% de 9-beta-D-adenosina para aumentar la producción del cultivo de la planta de cultivo. En algunas formas de realización preferidas, la composición comprende además uno o más de un fertilizante, un regulador de crecimiento vegetal, un bioestimulante, y un agente bioactivo (por ejemplo, insecticida, fungicida, bactericida y/o acaricida). En un subconjunto de estas formas de realización, el regulador de crecimiento vegetal comprende uno o más de TIBA, IPA y 6-BA. En otras formas de realización, el regulador de crecimiento vegetal se proporciona en infusión de humus de lombriz. En algunas formas de realización, el fertilizante se selecciona del grupo que consiste en nitrógeno, potasio, magnesio, fósforo, calcio, azufre, hierro, boro, cloro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, níquel, cobalto, silicio, selenio, y combinaciones de los mismos. La presente divulgación proporciona métodos en los que la planta de cultivo es una planta de fruto perenne. En algunas formas de realización preferidas, la planta de fruto perenne se selecciona del grupo que consiste en manzana, albaricoque, aguacate, cítrico (por ejemplo, naranja, limón, pomelo, mandarina, lima y citrón), melocotón, pera, nuez pecana, pistacho y ciruela. En algunas formas de realización, la composición se administra en uno o más de los siguientes tiempos: (i) en el 10% de antesis, (ii) en plena floración, (iii) 30 días después del 75% de la caída de pétalos, (iv) en el espesor máximo de la piel del fruto, y (v) más de 60 días, preferiblemente más de 75, 90, 105, 120, 135, 150, 175 o 180 días (desde 75 a 180 días) antes de la cosecha del fruto. En algunas formas de realización, la planta de cultivo es una planta de cultivo anual. En algunas formas de realización preferidas, la composición se administra una, dos, tres, cuatro, cinco, seis o siete veces a la semana. La presente divulgación proporciona métodos en los que la composición se administra por una técnica seleccionada del grupo que consiste en rociado foliar, irrigación, e inyección en el tronco. En algunas formas de realización, la producción de cultivos aumentada comprende un aumento en el crecimiento reproductivo. En un subconjunto de estas formas de realización, el aumento en crecimiento reproductivo comprende un aumento de uno o más del grupo que consiste en el número de brotes con frutos, número de frutos, tamaño del fruto, y rendimiento total de fruto (en base por planta o por parcela). En algunas formas de realización preferidas, el aumento en crecimiento reproductivo comprende un aumento en rendimiento de fruto grande comercialmente valioso (rendimiento de fruto tamaño extra, enorme o grande) en una base por planta o por parcela. En algunas formas de realización el aumento en el tamaño del fruto comprende uno o más de lo siguiente: un aumento en el diámetro medio del fruto por planta de cultivo (de al menos el 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% o 90%, o entre el 10 al 90% de ese de una planta de cultivo sin tratar); y un aumento en el peso medio del fruto por planta de cultivo (de al menos el 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% o 90%, o entre el 10 al 90% de ese de una planta de cultivo sin tratar). En algunas formas de realización, la producción de cultivo aumentada comprende un aumento en crecimiento vegetativo, en donde el aumento en crecimiento vegetativo comprende un aumento en uno o ambos del número de hojas y el número de brotes vegetativos (en base por planta o por parcela).

20

25

30

35

40

45

50

55

Además, la presente divulgación proporciona una composición que comprende: (i) un nucleósido que comprende al menos el 95% de 9-beta-D-adenosina, y (ii) un fertilizante. En algunas formas de realización, el fertilizante se selecciona del grupo que consiste en nitrógeno, potasio, magnesio, fósforo, calcio, azufre, hierro, boro, cloro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, níquel, cobalto, selenio, silicio, y combinaciones de los mismos. Además, la presente divulgación proporciona composiciones que comprenden además un agente bioactivo (por ejemplo, insecticida, fungicida, bactericida y/o acaricida).

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es una línea cronológica de la floración, cuajado de fruto y desarrollo de fruto de la naranja Navel durante un periodo de un año. Los árboles transitan de desarrollo vegetativo a reproductivo (floral) desde finales de noviembre hasta enero, produciéndose el compromiso irreversible a la floración entre mediados de diciembre y mediados de enero. La floración y abscisión de flores se pueden producir entre febrero y mediados de mayo o junio. El cuajado de frutos se puede producir entre febrero y julio. La abscisión de frutos se puede producir entre abril y agosto. El desarrollo de los frutos se despliega en tres fases. Durante la fase I, que se produce entre febrero y julio, el tamaño del fruto aumenta lentamente. El final de la fase una está marcado por el espesor máximo de la piel y se ha mostrado experimentalmente que se produce entre aproximadamente el 10 de junio y el 26 de julio para naranjas

60

65

tanto Navel como Valencia y mandarinas de tan al sur como Irvine California al norte hasta Madera California, produciéndose antes en este periodo para cultivares con una piel más fina, es decir, mandarina < Valencia < Navel y antes en un cultivar durante un año de alta producción que un año de baja producción. Durante la fase II, que se puede producir entre junio y noviembre, el tamaño del fruto aumenta rápidamente. Durante la fase III, que se puede producir entre noviembre y enero del año siguiente, es una fase de maduración en donde el aumento en el tamaño del fruto se ralentiza otra vez. Las fases I y II (periodo de caída de fruto temprana y de caída de junio, respectivamente) son el periodo crítico para la retención del fruto y aumentar el rendimiento. El final de la fase I hasta la fase II es el periodo crítico para aumentar el tamaño del fruto. La pre-cosecha se puede producir entre septiembre y diciembre, mientras que la cosecha se puede producir desde diciembre hasta tan tarde como junio del año siguiente. La figura 1 se basa en árboles de naranja navel 'Washington' de 25 años de edad en un rizoma de híbrido de cítricos Troyer en Riverside, California.

La figura 2 es una línea cronológica que representa la floración, cuajado de fruto y desarrollo de fruto de aguacate 'Hass' en California durante aproximadamente un periodo de 1,5 años. El aguacate 'Hass' en California transita de desarrollo vegetativo a reproductivo (iniciación de la inflorescencia) a finales de julio principios de agosto. La iniciación de las flores se puede producir entre noviembre hasta enero del año siguiente. La floración se puede producir entre marzo y mayo. La polinización y fertilización se puede producir entre marzo y junio. El cuajado del fruto se puede producir entre marzo y mediados de junio a principios de julio. La caída temprana del fruto se puede producir entre marzo y mediados de junio a principios de julio; la caída de junio se produce desde mediados de junio a principios de julio hasta agosto. El desarrollo del fruto de despliega en tres fases. Durante la fase I, que se puede producir entre abril y mediados de junio-principios de julio, el tamaño del fruto aumenta lentamente. Durante la fase II, que se puede producir entre mediados de junio-principios de julio hasta noviembre, el tamaño del fruto aumenta rápidamente. Durante la fase III, el fruto sigue experimentando división celular y acumulando materia seca y contenido en aceite como parte de la maduración, que sigue hasta la cosecha (un contenido en materia seca del 20,8% es madurez legal) el año siguiente. El periodo crítico para la retención de frutos y aumento de rendimiento es entre marzo y agosto. El periodo crítico para aumentar el tamaño del fruto es desde mediados de junio a principios de julio hasta noviembre y de nuevo de finales de marzo a principios de abril hasta la cosecha el año siguiente. La cosecha se puede producir entre febrero hasta otoño, en donde la recogida principal se produce entre mayo y julio. La figura 2 se basa en condiciones medioambientales de San Diego-Riverside.

El crecimiento del fruto del tomate también transcurre a través de las mismas tres fases de desarrollo de fruto. Además, las tres fases del desarrollo del fruto del tomate tienen los mismos periodos de caída de fruto asociados: fase I de desarrollo del fruto, caída de fruto temprana; fase II del desarrollo del fruto, periodo de caída de fruto de junio; y fase III del desarrollo del fruto, caída del fruto pre-cosecha. Todos los cultivos (anuales, bienales o perennes; hortaliza, fruta, fruto seco, grano, forraje u ornamental) tienen fases de fenología que se pueden abordar para tratamiento con suplementos nutricionales, fertilizantes o reguladores de crecimiento vegetal de aplicación foliar, en tierra o irrigación, y en el caso de cultivos de árboles, inyección en el tronco, para aumentar el número, tamaño y rendimiento total del cultivo comercializable (órgano o planta entera).

Definiciones

Para asegurar un entendimiento completo de esta divulgación, se proporcionan las siguientes definiciones:

El término "metabolito natural" como se usa en el presente documento se refiere a una sustancia que existe en la naturaleza que está implicada en el metabolismo (por ejemplo, producto de o necesario para el metabolismo). En algunas formas de realización, el metabolito natural es adenosina. De forma similar, el término "compuesto natural" como se usa en el presente documento se refiere a una sustancia que existe en la naturaleza, aunque el compuesto aislado se produzca biológica o químicamente. Por simplicidad, los términos "metabolito natural" y "compuesto natural" se usan de forma intercambiable en el presente documento. El compuesto natural es un nucleósido de purina, más particularmente 9-beta-D-adenosina.

Como se usa en el presente documento, el término "purificado" se refiere a un metabolito (por ejemplo, adenosina o similar) que se retira de su entorno natural (por ejemplo, se aísla o separa). Los compuestos "purificados" están al menos el 50% libres, preferiblemente el 75% libres, más preferiblemente al menos el 90% libres, y lo más preferiblemente al menos el 95% (por ejemplo, el 95%, 96%, 97%, 98% o 99%) libres de otros componentes con los que se asocian de forma natural.

El término "suplemento nutricional" como se usa en el presente documento se refiere a una composición que comprende uno o más metabolitos basales necesarios para el crecimiento normal de plantas, y que están en una forma fácilmente utilizable por las plantas. En algunas formas de realización preferidas, la adenosina es 9-beta-D-adenosina. En otras formas de realización preferidas, el suplemento nutricional comprende el metabolito natural adenosina en combinación con nucleósidos, bases o nucleótidos de pirimidina, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, azúcares y vitaminas, cofactores enzimáticos.

El término "fertilizante" como se usa en el presente documento se refiere a uno o más de los 17 elementos nutricionales esenciales para el crecimiento de planta y fruto y producción de semillas, y cualquiera de varios

elementos mostrados ser beneficiosos para el crecimiento de plantas. Los fertilizantes se pueden añadir a la tierra de cultivos, como líquidos o sólidos, para su absorción por las raíces de las plantas (por ejemplo, aplicados en la tierra, aplicados por irrigación), o aplicados al follaje de la planta para su absorción a través de las hojas, inflorescencias, flores, frutos, y yemas. Los fertilizantes pueden ser orgánicos (es decir, compuestos de materia vegetal o animal descompuesta) o inorgánicos (es decir, compuestos de productos químicos y minerales únicos o múltiples). Los fertilizantes pueden incluir, en proporciones variables, los elementos esenciales: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, boro, cloro, manganeso, hierro, cinc, cobre, molibdeno, y níquel. Los fertilizantes también pueden incluir los elementos beneficiosos cobalto, silicio, selenio y cromo. La urea (por ejemplo, urea de bajo biuret) es un ejemplo de un fertilizante de nitrógeno preferido.

Los términos “regulador de crecimiento vegetal” y “PGR” como se usan en el presente documento se refieren a un análogo químico sintético de una hormona vegetal natural que se aplica para imitar los efectos de las hormonas vegetales. Las hormonas vegetales naturales generalmente se encuentran en una de cinco clases: auxina, giberelina (GA), citoquinina, etileno y ácido abscísico (ABA). Los reguladores de crecimiento vegetal incluyen, pero no están limitados a, ácido 2,3,5-triyodobenzoico (TIBA); ácido 9-hidroxifloreño-9-carboxílico (HFCA); ácido 2-(4-clorofenoxi)-2-metilpropiónico (ácido clofibrico); ácido 4-clorofenoxiacético (4-CPA); ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D); ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T); ácido 3,5,6-tricloro-2-piridiloxiacético (3,5,6-TPA); ácido 4-(2,4-diclorofenoxi)butírico (2,4-DB); fosfito de tris[2-(2,4-diclorofenoxi)etilo] (2,4-DEP); ácido 2-(2,4-diclorofenoxi)propiónico (diclorprop); ácido 2-(2,4,5-triclorofenoxi)propiónico (fenoprop); ácido 1-naftalenoacético (NAA); ácido indol-3-butírico (IBA); ácido indol-3-acético (IAA); ácido 4-cloroindol-3-acético (4-CI-IAA); ácido 2-fenilacético (PAA); ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzoico (dicamba); ácido 4-amino-3,5,6-tricloropicolínico (tordon o picloram); ácido α -(p-clorofenoxi)isobutírico (PCIB); 1-naftol; ácido (2-naftiloxi)acético; naftenato de potasio; naftenato de sodio; N-(3-metilbut-2-enil)-1H-purin-6-amina (2iP); N-bencil-1H-purin-6-amina (benciladenina y su ribósido); N-furfuril-1H-purin-6-amina (quetina); (E)-2-metil-4-(9H-purin-6-ilamino)but-2-en-1-ol (zeatina); 6-bencilaminopurina (6BA); isopenteniladenina y su ribósido; zeatina y su ribósido; 1-(2-cloro-4-piridinil)-3-fenilurea (CPPU), forchorenuron, y otras citoquininas sintéticas de tipo difenilurea; ácido *cis*, *trans*-abscísico; ácido S-(+)-abscísico; ácido (S)-5-(1-hidroxi-2,6,6-trimetil-4-oxo-1-ciclohex-2-enil)-3-metil-penta-(2Z,4E)-dienoico; ácidos giberélicos (GA₃, GA₄, GA₇, GA₄₊₇, GA₉, GA_{4,7,9}, GA₁); fluridona (1-metil-3-fenil-5-[3-trifluorometil(fenil)]-4-(1H)-piridinona); abamina; 1-butanol; 1-metilciclopropeno (MCP); amnioetoxivinilglicina; etefón; y ethrel.

El término “bioestimulante” como se usa en el presente documento se refiere a un compuesto o composición que no es un fertilizante ni pesticida, pero que cuando se aplica a una planta aumentará la salud y crecimiento de una planta. El término bioestimulante abarca, pero no está limitado a, nucleótidos, nucleósidos y bases de pirimidina, aminoácidos, ácidos orgánicos, azúcares, vitaminas, cofactores enzimáticos, antioxidantes, ácido húmico, ácido fúlvico, kelp (algas) e infusiones de compost.

El término “producción de cultivo” como se usa en el presente documento se refiere a aspectos de uno o ambos de crecimiento vegetativo (brotes, hojas) y crecimiento reproductivo (flores, frutos, semillas). Como tal un aumento en la producción de cultivo abarca un aumento en uno o ambos de la cantidad y tamaño de los órganos de una planta incluyendo, pero no limitado a frutos, semillas/nueces, flores, inflorescencias, brotes, y hojas. El término “cantidad” como se usa en el presente documento se refiere a un aumento en el número de órganos de plantas (por ejemplo, número de brotes vegetativos, número de hojas, número de brotes reproductivos [florales], número de inflorescencias, número de flores, número de frutos). El término “tamaño” como se usa en el presente documento se refiere al peso, longitud, área, diámetro, circunferencia o volumen de un órgano vegetal, mientras que el término “cantidad” como se usa en el presente documento se refiere al número de órganos vegetales. Un aumento en el tamaño abarca un aumento en uno o más de: tamaño de la planta (por ejemplo, altura, anchura); tamaño de brotes (por ejemplo, longitud, diámetro, circunferencia); tamaño de la hoja (por ejemplo, longitud, anchura, área); y tamaño del fruto (por ejemplo, diámetro, circunferencia, volumen, peso). En formas de realización preferidas, el aumento en producción de cultivo es un aumento neto de al menos el 10%, 20%, 30%, 40%, 40%, 50%, 75%, 85%, 95%, 100%, 150%, 200% en producción de fruto (por ejemplo, número de frutos [total, grandes o comercialmente valiosos] por planta de cultivo, peso del fruto [total, grande o comercialmente valioso] por planta de cultivo, o rendimiento total de fruto por planta de cultivo) comparado con los valores respectivos de plantas control sin tratar. La producción del cultivo generalmente se expresa en: kilogramos totales de fruto por planta de cultivo, kilogramo medio por fruto por planta de cultivo, número total de frutos por planta de cultivo, número medio de frutos por planta de cultivo, milímetros de media en diámetro por fruto o en gramos de media por fruto.

El término “rendimiento total” como se usa en el presente documento se refiere al producto del tamaño multiplicado por la cantidad de un órgano vegetal. En formas de realización preferidas, el aumento en el rendimiento total es un aumento neto de al menos el 10%, 20%, 30%, 40%, 40%, 50%, 75%, 85%, 95%, 100%, 150%, 200%, 250%, 300%, 350%, 400% o 500% del rendimiento total de uno o ambos de crecimiento vegetativo o reproductivo comparado con el valor de plantas control sin tratar.

El término “administrar” como se usa en el presente documento se refiere a varias maneras en las que una planta de cultivo recibe las composiciones descritas en el presente documento (por ejemplo, suplementos nutricionales, fertilizantes, reguladores del crecimiento vegetal, y combinaciones de los mismos). Los métodos de administración incluyen, pero no están limitados a rociado foliar, irrigación, aplicación a la tierra, inyección en la tierra, inyección en

el tronco (incluyendo inyección en las ramas), y pinturas en el tronco (incluyendo pinturas en las ramas). El rociado foliar, una técnica de alimentar plantas, implica aplicar directamente la composición en forma líquida al follaje de la planta. Mientras que las hojas son típicamente la diana de tal aplicación, alternativamente yemas, inflorescencias, flores y frutos podrían ser la diana de rociados foliares solos o además de las hojas. En contraste, la irrigación implica administrar directamente la composición a la zona de la raíz para su absorción por las raíces de las plantas. La inyección en el tronco implica administrar directamente la composición al tronco o rama de la planta. Como se sabe en la técnica, la inyección en el tronco es una manera de tratar muchos problemas de insectos y enfermedades diversos, así como deficiencias de nutrientes, de una manera eficaz y respetuosa con el medio ambiente. Además, algunos árboles son demasiado grandes para rociarlos, están en áreas demasiado próximas a casas, parques, cursos de agua, u otras áreas medioambientalmente sensibles donde el rociado no es una opción viable, o el sistema de raíces puede ser inaccesible para tratamientos sistémicos de la tierra, lo que hace la inyección en el tronco la mejor o única opción disponible en tales casos.

El término “cantidad eficaz” como se usa en el presente documento se refiere a esa cantidad de una sustancia que es necesaria para producir un efecto deseado. En algunas formas de realización, una cantidad eficaz de adenosina es esa cantidad de adenosina que aumenta el tamaño del fruto (circunferencia, peso y/o volumen) cuando se administra de una manera adecuada a una planta de cultivo (por ejemplo, formulación apropiada de adenosina aplicada en un momento apropiado dada la fase de desarrollo del fruto). En algunas formas de realización, una cantidad eficaz de adenosina es esa cantidad de adenosina que aumenta uno o ambos de número de brotes y número de frutos cuando se administra de una manera adecuada a una planta de cultivo (por ejemplo, formulación apropiada de adenosina aplicada en un momento apropiado dada la fase de desarrollo del fruto). Típicamente, una cantidad eficaz de adenosina administrada a una planta de cultivo por rociado foliar está entre aproximadamente 0,056 kg/ha (0,023 kg/acre) a 0,467 kg/ha (0,189 kg/acre) (por ejemplo, de 25 mg/l aplicado en 950 l de agua por 4047 m² (acre) a 100 mg/l aplicado en 1900 l de agua por 4047 m² (acre)). Típicamente, una cantidad eficaz de adenosina administrada a una planta de cultivo por irrigación es un total de 0,35 µg a 35 µg por planta durante un periodo de crecimiento de 3 meses o de 1,4 mg/4000 plantas/4047 m² (acre) a 140 mg/4000 plantas/4047 m² (acre) durante una estación de crecimiento de 3 meses. Típicamente, una cantidad eficaz de adenosina administrada a una planta de cultivo por inyección en el tronco está entre 250 mg a 2500 mg por árbol por aplicación. A una densidad de 200 árboles por 4047 m² (acre) y una dosis de 1 gramo por árbol, se usan 0,2 kg de adenosina por 4047 m² (acre) aplicada en una aplicación ejemplar.

Los términos “brotación de la yema” y “desborre” como se usan en el presente documento se refieren al fenómeno por el cual una yema durmiente reanuda el crecimiento, produciendo crecimiento de brotes vegetativos o reproductivos aumentado. Una yema durmiente se refiere a una yema que es capaz de crecimiento, pero que no crece debido a factores externos o endógenos. Sin embargo, no todos los brotes se desarrollan de una yema durmiente. Las yemas se pueden desarrollar de novo al mismo tiempo que el eje principal del brote. El fenómeno por el que esas yemas se forman y crecen para aumentar el crecimiento de brotes vegetativos y reproductivos también es “brotación de la yema” y “desborre”.

El término “espesor máximo de la piel” como se usa en el presente documento se refiere al periodo al final de la fase de división celular del desarrollo del fruto (por ejemplo, cítrico).

El término “antesis” como se usa en el presente documento se refiere a un periodo durante el que una flor se abre (por ejemplo, experimenta dehiscencia de las anteras). El término 10% de antesis, 60% de antesis, etc., se refiere al porcentaje de flores que han experimentado antesis en el cuadrante suroeste del árbol.

El término “floración plena” como se usa en el presente documento se refiere a un periodo en el ciclo de floración de la planta en el que ~50% de las yemas de flores están abiertas.

El término “caída de pétalos” como se usa en el presente documento se refiere al periodo en el que el 75% de las flores han experimentado caída de pétalos en el cuadrante noreste del árbol.

El término “follaje” como se usa en el presente documento se refiere a componentes de una planta que están por encima del nivel del suelo, con la excepción del tronco. Como tal, el término follaje abarca ramas, hojas, inflorescencias, flores, yemas y fruto.

El término “planta de cultivo” como se usa en el presente documento generalmente se refiere a cereales, legumbres, cultivos de forraje, cultivos de tallo y hojas, tubérculos, cormo, cultivos de bulbos y raíces, hortalizas de fruto y semilla, cultivos de fruto y nuez, cultivos de bebidas, cultivos de aceite, grasa y cera, especias, perfumes y saborizantes, y ornamentales, cultivos de bosque y fibra. Las plantas de cultivo incluyen, pero no están limitadas a, arroz, trigo, maíz, cebada, avena, sorgo, centeno, mijo, soja, cacahuete, judías, habas, guisante, garbanzo, judía con careta, lentejas, guandú, guar, alfalfa, trébol, loto corniculado, arveja, trébol de olor, lespedeza, altramuza, pasto sorgo-sudán, pasto azul de Kentucky, Bromus, cola de gato, pasto ovillo, fescua, grama común, pasto miel, pasto bahía, Lolium, Agrostis, caña de azúcar, alcachofa, espárrago, brócoli, coles de Bruselas, repollo, apio, acelga, col china, col forrajera, endivia, colinabo, lechuga, perejil, ruibarbo, espinaca, patata, yuca, boniato, remolacha, taro, zanahoria, rábano picante, tupinambo, cebolla, chirivía, rábano, nabicol, salsifí, nabo, ñame, tomate, berenjena,

cucurbitáceas, okra, pimiento, cítricos (incluyendo naranja dulce, naranja mandarina, limón, lima, pomelo), uva, plátano, manzana, frutas con hueso (por ejemplo, albaricoque, nectarinas, melocotón, ciruela), arándano, frambuesa, mora, morera, zarzamoras, arándano rojo, grosella, pera, aguacate, anacardo, coco, dátil, higo, guayaba, lichi, maracuyá, mago, aceituna, papaya, piña, granada, almendra, coquito de Brasil, avellana, macadamia, pecana, pistacho, nueces, girasol, café, té, cacao, cola, lúpulo, cártamo, coco, palma de aceite africana, baya de ricino, colza, sésamo, girasol, linaza, tung, soja, carnauba, candelilla, jojoba, pimienta negra, canela, clavo, vainilla, menta, orégano, pimienta de Jamaica, anís, aceite de angélica, mostaza, salvia, jengibre, aceite de rosa, bergamota, alcanfor, cananga, citronela, eucalipto, aceite de geranio, lavándula, romero, tomillo, trementina, algodón, lino, cáñamo, árboles de navidad (varias coníferas), perennifolios ornamentales, rosa, crisantemo, clavel, lirio, azalea y rododendro.

El término “planta de cultivo” abarca anuales, bienales, y perennes. Una planta perenne vive durante más de dos años. En contraste, una planta anual germina, florece y muere en un año, mientras que una planta bienal completa su ciclo vital en dos años. Las formas de realización en la presente divulgación aplican a todas las plantas de cultivo.

Descripción detallada

Se describen composiciones y métodos para aumentar aspectos de uno o ambos de crecimiento vegetativo y reproductivo de plantas, mediante el uso de un metabolito natural. En particular, la presente divulgación proporciona un metabolito natural ya sea solo o como parte de una mezcla fertilizante para aumentar la producción del cultivo. Además, la presente divulgación proporciona un metabolito natural en combinación con uno o ambos de un regulador de crecimiento vegetal y un bioestimulante para aumentar la producción de cultivos. El metabolito natural comprende un nucleósido que comprende al menos el 95% de 9-beta-D-adenosina. En la descripción detallada a continuación, se proporcionan métodos y composiciones ejemplares que comprenden 9-beta-D-adenosina.

I. Métodos de aumentar la producción de cultivos

La presente divulgación proporciona métodos para aumentar la producción de cultivos, que implica aumentar la brotación de yemas dando como resultado la producción aumentada de uno o ambos de números de brotes vegetativos y reproductivos administrando a la planta de cultivo una composición que comprende un metabolito natural que comprende al menos el 95% de 9-beta-D-adenosina. En algunas formas de realización, la composición se pretende para uso como un suplemento nutricional, mientras que en otras formas de realización, la composición se pretende para uso como un regulador de crecimiento vegetal o como un bioestimulante. La presente divulgación es compatible con las prácticas estándar de la industria del tomate, pimiento, fresa, plantas vegetativas ornamentales y herbáceas o leñosas que florecen, y otras hortalizas, granos, especias, forraje y plantas de frutos y semillas anuales, bienales y perennes.

Investigadores previos han mostrado que la administración de AMP a semilla de algodón era eficaz en aumentar la germinación de semillas (patente en EE UU No. 4.209.316). En contraste, la presente divulgación no aumenta la producción de cultivos como consecuencia de aumentar la germinación. Además, en formas de realización preferidas, la presente divulgación comprende la administración de adenosina, en oposición a AMP.

Se ha descrito que el uso de 1-tricontanol o 9-beta-L-adenosina mejora la calidad de una parte de planta recogida (patente en EE UU No. 5.217.738). En algunos casos esto implicaba aumentar la proporción de azúcar respecto a ácido del fruto u hortaliza recogido. En artículos adicionales, se administró 9-beta-L-adenosina a plántulas para aumentar el peso seco o a plantas una vez a los 60 días de la cosecha del fruto u hortaliza para mejorar la firmeza o estabilidad de almacenamiento (patentes en EE UU No. 5.009.698 y 5.234.898). En contraste, la presente divulgación implica la administración de una composición que comprende un metabolito natural (adenosina o similar, preferiblemente 9-beta-D-adenosina) a una planta de cultivo antes de la cosecha del fruto u hortaliza. Además, la presente divulgación implica aumentar la producción del cultivo aumentando la brotación de yemas, en oposición a aumentar en general el crecimiento vegetal (por ejemplo, longitud de brotes vegetativos). En formas de realización preferidas, la presente divulgación implica la administración repetida del metabolito natural y/o la administración en una(s) fase(s) definida(s) del crecimiento vegetal. Como tales las composiciones y métodos de la presente divulgación se diferencian significativamente de las patentes a que se hace referencia anteriormente.

A. Métodos de aumentar la producción de tomates

Se proporcionan métodos ejemplares para aumentar la producción de tomates en el ejemplo 1 y se resumen brevemente a continuación. En algunas formas de realización, se aplica adenosina a los tomates mediante la irrigación en una cantidad suficiente de agua para mover el material a la zona de la raíz aproximadamente una vez al día, una vez cada dos días, una vez cada 7 días, o una vez cada 10 días para proporcionar de 0,35 µg a 35 µg por planta durante un periodo de crecimiento de 3 meses o de 1,4 mg/4000 plantas/4047 m² (acre) a 140 mg/4000 plantas/4047 m² (acre) durante una estación de crecimiento de 3 meses. En formas de realización adicionales, se aplica adenosina como un rociado foliar una vez cada 7 a 10 días para proporcionar de 0,35 µg a 35 µg por planta durante un periodo de crecimiento de 3 meses o de 1,4 mg/4000 plantas/4047 m² (acre) a 140 mg/4000 plantas/4047 m² (acre) durante una estación de crecimiento de 3 meses. En formas de realización adicionales, se

aplica adenosina en fases clave de fenología vegetal (por ejemplo, justo antes del inicio de la floración, durante la floración plena, durante el cuajado del fruto [fase I del desarrollo del fruto], durante el periodo de aumento exponencial en el tamaño del fruto [(fase II del desarrollo del fruto y también el periodo de caída de fruto de junio] o durante el cuajado del fruto [fase I del desarrollo del fruto] y de nuevo justo antes de o durante el periodo de aumento exponencial en el tamaño del fruto (fase II del desarrollo del fruto y también el periodo de caída de fruto de junio) a 2,5 mg/l o 50 mg/l o 100 mg/l en suficientes galones de agua por 4047 m² (acre) para proporcionar buena cobertura del follaje. Se espera que los métodos de la presente divulgación para aumentar la producción de tomates mediante la administración de una composición que comprende adenosina comparen favorablemente con controles sin tratar, así como prácticas estándar disponibles (por ejemplo, infusión de humus de lombriz aplicado a 28 l/ha (3 galones/acre), 3 veces/mes durante la estación de crecimiento de 3 meses).

B. Métodos de aumentar la producción de mandarinas

Se proporcionan métodos ejemplares para aumentar la producción de cítricos en el ejemplo 2 y se resumen brevemente a continuación. En algunas formas de realización, los métodos implican administrar una composición que comprende adenosina por rociado foliar a mandarinos. Los métodos adecuados que implican aplicación al follaje son como sigue: (1) adenosina (25 mg/l) administrada en el espesor máximo de la piel; (2) adenosina (25 mg/l) administrada cuando los frutos tienen 17-20 mm de diámetro; (3) adenosina (50 mg/l) administrada cuando los frutos tienen 17-20 mm de diámetro; (4) adenosina (50 mg/l) administrada en el espesor máximo de la piel; (5) adenosina (100 mg/l) administrada cuando los frutos tienen 17-20 mm de diámetro; (6) adenosina (100 mg/l) administrada en el espesor máximo de la piel; (7) adenosina (50 mg/l) administrada en el 75% de la caída de pétalos y (8) adenosina (50 mg/l) administrada en el 75% de la caída de pétalos y máximo espesor de la piel. El tratamiento se puede aplicar en 936 a 4680 l/ha (de 100 a 500 galones por acre). A menos que se indique de otra manera, los tratamientos ejemplares se aplican en 2340 l de agua por ha (250 galones de agua por acre). Por tanto, la adenosina se aplica en cantidades desde aproximadamente 18,93-23,66 g por 4047 m² (acre) hasta aproximadamente 75,71-94,63 g por 4047 m² (acre). Hay 15 replicados de árbol individuales por tratamiento en métodos de prueba. En la cosecha, se evalúa la producción de fruto (kg de fruto por árbol, número de frutos por árbol y calidad del fruto).

Se espera que los métodos de la presente divulgación para aumentar la producción de cítricos mediante la administración de una composición que comprende adenosina comparen favorablemente con controles sin tratar, así como prácticas estándar disponibles. En particular un aumento en la producción de cítricos es alcanzable aumentando la retención de frutos y, por tanto, el número de frutos con o sin efecto sobre el tamaño del fruto. Las prácticas estándar disponibles para mandarinos son como sigue: (1) GA₃ (PROGIBB® 4% de Valent Biosciences Corp.) a 28-227 ml (1-8 onzas líquidas) por 379 l (100 galones) de agua, usando un número suficiente de galones para buena cobertura; 1-2 aplicaciones desde el 50% de la caída de pétalos hasta 3 semanas después de la caída de pétalos de mandarinas e híbridos de mandarina; (2) 2,4-D (CITRUSFIX® de AmVac Corp.) 19 g (0,67 onzas) (400 g de éster isopropílico de 2,4-D por l (3,34 libras de éster isopropílico de 2,4-D por galón)) por 379 l (100 galones) de agua a 1894 l (500 galones) por 4047 m² (acre) de 21 a 35 días después del 75% de la caída de pétalos de mandarinas e híbridos de mandarinas; y (3) 1% de urea de bajo buiret aplicada en el máximo espesor de la piel. PROGIBB® s debe usar con precaución ya que puede producir más cuajado de frutos de lo que es deseable, produciendo una reducción en el tamaño final del fruto y caída de hojas en árboles con estrés. La adenosina, en una forma de realización preferida, no requiere esta precaución y su eficacia en aumentar la producción de fruto comercialmente valioso no es tan sensible a la carga de cultivo (producción alternativa) que la de métodos que comprenden la administración de GA₃. De forma similar, CITRUSFIX® se debe usar con precaución ya que puede producir sequedad de los frutos. Esto es particularmente relevante para 'Nules' y otros cultivares que tienden a secarse o granularse, y no se puede usar en árboles de menos de 6 años de edad y no se puede usar durante una nivelación de crecimiento de las hojas. En una forma de realización preferida, la adenosina no requiere estas precauciones. Además, la adenosina no tuvo efectos negativos en la calidad del fruto mandarina y en uno de los tres años de la investigación descrita en el ejemplo 2, tuvo los efectos deseables de reducir la acidez y aumentar la proporción total de sólidos solubles (azúcares) respecto a ácido (Véase la tabla 2-5).

La presente divulgación es compatible con las prácticas estándar de cultivos de cítricos, aguacate, pistacho y otros árboles perennes y caducos de frutas y frutos secos. Aunque los reguladores de crecimiento vegetal, bioestimulantes, suplementos nutricionales y fertilizantes están todos sujetos a grados variables de regulación por la Agencia Federal de Protección Medioambiental y agencias estatales, los ingredientes activos de la divulgación son metabolitos naturales fácilmente disponibles. Además, puesto que 6-benciladenina (6-BA) se ha eximido previamente del requisito de una tolerancia a residuos para uso en manzana y pistacho, la adenosina y precursores de la misma deberían ser eximidos similarmente para uso en estos y otros cultivos. Además, AMP, para el que adenosina es un precursor, es un compuesto GRAS (generalmente reconocido como seguro).

Métodos adicionales para aumentar la producción por mandarinos de clementinas por aplicación al follaje son como sigue: (1) adenosina (25 mg/l) administrada en el 10% de antesis; (2) adenosina (25 mg/l) administrada en la floración plena; (3) adenosina (25 mg/l) administrada 30 días después del 75% de la caída de pétalos; (4) adenosina (25 mg/l) administrada en la floración plena y 30 días después del 75% de la caída de pétalos; (5) adenosina (50 mg/l) administrada en el 10% de antesis; (6) adenosina (50 mg/l) administrada en la floración plena; (7) adenosina (50 mg/l) administrada 30 días después del 75% de la caída de pétalos; y (8) adenosina (50 mg/l) administrada en la

floración plena y 30 días después del 75% de la caída de pétalos para aumentar el cuajado de frutos. Se espera que estos métodos comparen favorablemente con controles sin tratar, así como con prácticas estándar: (9) GA₃ (PROGIBB® 4% de Valent BioSciences Corp.) a 28-227 ml (1-8 onzas líquidas) por 379 l (100 galones) de agua, usando un número suficiente de galones para buena cobertura; 1-2 aplicaciones desde el 50% de caída de pétalos hasta 3 semanas después de la caída de pétalos de mandarinas e híbridos de mandarina. A menos que se indique de otra manera, todos los tratamientos son en 7,6 l (dos galones) de agua por árbol. Hay 15 replicados de árboles individuales por tratamiento en los métodos de prueba. En la cosecha, se evalúa la producción de fruto (kg de fruto por árbol, número de frutos por árbol y calidad del fruto).

10 C. Métodos de aumentar la producción de aguacates

Se proporcionan métodos ejemplares para aumentar la producción de aguacates en el ejemplo 3 y se resumen brevemente a continuación. En algunas formas de realización, los métodos implican administrar una composición que comprende adenosina por inyección en el tronco de árboles de aguacate 'Hass'. Se inyectaron los siguientes 15 tratamientos (1 g por árbol) a mediados de enero en el tronco de árboles de aguacate 'Hass' en cultivo en un huerto comercial en Irvine, CA: (1) adenosina (Sigma Chemical); (2) 6-BA (Sigma Chemical); (3) GA₃ (PROGIBB® 4%, Valent BioSciences Corp.); (4) TIBA (Sigma Chemical); y (5) TIBA más adenosina. Cada material se suministró a una tasa de 1 g por árbol disuelto en 50-60 ml de agua destilada usando dos jeringas de plástico por árbol. En métodos de prueba hubo cinco replicados de árboles individuales por tratamiento incluyendo (6) árboles controles de 20 alta producción sin tratar. Para cada árbol, se marcaron ramas (de 12 pulgadas de longitud), 1 con fruto y 1 rama sin fruto en cada uno de los cuatro cuadrantes del árbol. Durante la floración de primavera, se contaron el número de brotes florales (indeterminados y determinados), brotes vegetativos y yemas inactivas en cada rama marcada. Se espera que los métodos de la presente divulgación para aumentar la producción de aguacate mediante la 25 administración de una composición que comprende adenosina comparen favorablemente con controles sin tratar, así como estrategias de fertilización con aplicación foliar o en la tierra. Actualmente solo un regulador de crecimiento vegetal, ácido naftalenoacético (NAA) para inhibir el crecimiento de brotes después de podar, está registrado para uso en aguacates en los Estados Unidos. De los resultados presentados en el tabla 3-1, se contempla el uso de adenosina para aumentar la producción de cultivos para comparar favorablemente al uso de reguladores de crecimiento vegetal en otros cultivos de frutos caducos. En particular un aumento en la producción de aguacates es 30 alcanzable aumentando la brotación de yemas, que aumenta el número de flores y número de frutos y aumentando la retención de flores y frutos. Otros métodos adecuados para la administración de composiciones que comprenden adenosina a árboles de aguacate incluyen el uso de un rociado foliar de 25 a 50 mg/l en 2340 a 4680 l (de 250 a 500 galones) de agua por 4047 m² (acre) aplicado en (1) floración plena/antesis; o (2) cuando los frutos tienen 17-20 mm de diámetro, justo antes del aumento exponencial en el tamaño del fruto [finales de junio a principios de julio].

35 II. Composiciones para aumentar la producción de cultivos

La presente divulgación proporciona composiciones que comprenden un metabolito natural que comprende al menos el 95% de 9-beta-D-adenosina para aumentar la producción de cultivos, que incluye aumentar aspectos de uno o ambos de crecimiento vegetativo y reproductivo. En la siguiente descripción, a menos que se indique de otra 40 manera, los meses especificados para aplicación de las composiciones de la presente divulgación se refieren al clima y temporada del sur de California. El experto en la materia será capaz de modificar fácilmente la tecnología divulgada para otras condiciones de cultivo (por ejemplo, el hemisferio sur).

La adenosina (y adenina) es un metabolito ubicuo que sirve como un precursor en todos los organismos vivos para la síntesis de ADN, ARN y ATP (divisa energética de todos los organismos vivos). En plantas, la adenosina también sirve como un precursor de la síntesis de citoquininas. Como tal, la adenosina y similares se pueden categorizar apropiadamente como suplementos nutricionales y, por tanto, se podrían formular para su uso por cultivadores orgánicos, que tienen acceso a pocos potenciadores de crecimiento. Además, la adenosina también puede 50 aumentar la retención de frutos, desarrollo de brotes y brotación de yemas primaveral para aumentar la intensidad floral y el rendimiento total. Como tal en algunas formas de realización, las composiciones que comprenden adenosina se pueden formular para uso como un regulador de crecimiento vegetal. Las composiciones de la presente divulgación son adecuadas para uso para aumentar la producción de cultivos de una variedad de cultivos de fruta perennes o anuales incluyendo, pero no limitados a cítricos, aguacate, pistacho, pecana, albaricoque, 55 melocotón, ciruela, tomate, pimienta, fresa, frambuesa y arándano.

Actualmente solo hay dos reguladores de crecimiento vegetal registrados para el uso en mandarinas en California, ácido giberélico (GA₃) para aumentar el cuajado del fruto (retención del fruto joven) y ácido 2,4-diclorooxiacético (2,4-D) para aumentar el tamaño del fruto (UC Pest Management Guidelines, www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r107900111.html). Investigaciones recientes (Chao y Lovatt, Final Report to the Citrus Research Board, 2007) indican que, en un año de cultivo ligero (aproximadamente 550 frutos por árbol), era beneficioso aplicar GA₃ pronto (empezando en el 60% de floración), frecuentemente (cuatro aplicaciones) y a una tasa mayor (15 o 25 mg de GA₃/l) para aumentar con éxito el número total de frutos por árbol, pero no el rendimiento total como kilogramos de fruto por árbol, y aumentar el rendimiento de fruto de tamaño grande comercialmente valioso (tamaños de cartón de embalaje grande, enorme y extra) tanto como kilogramos como número por árbol. En el año de producción alta (aproximadamente 1200 frutos por árbol), era mejor no aplicar GA₃. En los años de 65

producción alta estudiados, los tratamientos con GA₃ o bien reducían tanto el rendimiento total como el rendimiento de fruto de gran tamaño comercialmente valioso (tamaños de cartón de embalaje grande, enorme y extra) o no tenía efecto. El uso de 2,4-D para aumentar el tamaño del fruto de mandarinas lleva la precaución de que puede producir sequedad del fruto en mandarinas e híbridos de mandarinas (por ejemplo, especialmente en clementina 'Nules'), que tienden a tener bajo contenido en zumo, o en huertos propensos a granulación (UC Pest Management Guidelines, www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r107900311.html). Por tanto, hay espacio para nueva tecnología que aumente el tamaño del fruto mandarina. Además, el registro continuado de 2,4-D como un PGR está en revisión (Registro Federal, Vol. 73, No. 248, 2008). Si el registro de 2,4-D se cancela, un nuevo PGR para aumentar el tamaño de naranjas navel y Valencia y mandarinas y prevenir la caída del fruto precosecha será esencial.

La fertilización foliar puede satisfacer las demandas de la planta para un nutriente en momentos cuando las condiciones de la tierra (baja temperatura, baja humedad de la tierra, pH, salinidad) hacen los fertilizantes aplicados a la tierra ineficaces. Por tanto, la fertilización foliar es un método eficaz para corregir las deficiencias de la tierra y superar la incapacidad de la tierra para transferir nutrientes a la planta. Los nutrientes, especialmente fosfato, potasio y oligoelementos se pueden fijar a la tierra y no estar disponibles para las plantas. Aplicar nutrientes directamente a las hojas, el órgano principal para la fotosíntesis, asegura que la maquinaria metabólica de la planta no está comprometida por la baja disponibilidad de un nutriente esencial. La clave para alcanzar un beneficio de rendimiento y aumento neto en los ingresos del cultivador es sincronizar apropiadamente la aplicación foliar del fertilizante a fases claves de la fenología vegetal cuando la demanda de nutrientes es probable que sea alta o cuando se sabe que las condiciones de la tierra restringen la absorción de nutrientes. Para cultivos de árboles de cítricos y aguacate, este enfoque está en contraste con aplicar fertilizantes foliares en el tiempo estándar de 1/3 a 2/3 de la expansión foliar (marzo), que se dirige al follaje con una cutícula fina y gran área de superficie y solo produce rendimientos iguales a los obtenidos con fertilizante aplicado a la tierra (Embleton y Jones, *J Environ Quality*, 3:388-392, 1974; y Labanauskas et al., *Proc 1st Intl Citrus Symp*, 3:1535-1542, 1969).

Para cítricos, los tratamientos de fertilización foliar preferidos para uso en combinación con adenosina de aplicación foliar (o similares) incluyen, pero no están limitados a los siguientes tratamientos. (1) Nitrógeno [26 kg/ha (23 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)] aplicado solo o con potasio y fósforo [6 l/ha (0,64 gal/acre), fosfito de potasio (0-28-26)] a finales de invierno (enero o febrero) cuando la adenosina se usa para aumentar la brotación de yemas primaveral para apoyar el desarrollo de flores, cuajado de frutos y rendimiento total, sin reducir el tamaño del fruto, y para aumentar los sólidos solubles totales (TSS) y la proporción de TSS respecto a ácido. (2) Cinc [1,1 kg/ha (1 lb/acre), ZnSO₄ (36% de Zn)] en el 10% de anthesis en el cuadrante suroeste del árbol (SWTQ) cuando la adenosina se usa para aumentar el cuajado del fruto y rendimiento total, sin reducir el tamaño del fruto, ya que, debido a tierras más frías, el Zn puede ser limitante en este momento. (3) Boro [1,5 kg/ha (1,3 lb/acre), Solubor (20,5% de B)] en el 10% de anthesis en el SWTQ cuando se usa adenosina para aumentar el cuajado del fruto, rendimiento total y rendimiento de fruto de tamaño grande comercialmente valioso, ya que el boro puede ser limitante en el ovario y puede comprometer el cuajado del fruto incluso en las plantas que muestran boro adecuado en análisis estándar de tejidos. (4) Potasio y fósforo [4,6 l/ha (0,49 lb/acre), fosfito de potasio (0-28-26)] en mayo y julio cuando la adenosina se aplica en el 75% de la caída de pétalos en el NWTQ, 10 días después del 75% de la caída de los pétalos en el NWTQ, o aplicado en el espesor máximo de la piel para obtener un efecto sinérgico en aumentar el rendimiento de fruto de tamaño grande comercialmente valioso, sin reducir el rendimiento total, y para aumentar TSS y la proporción de TSS respecto a ácido y para apoyar el crecimiento de brotes vegetativos en verano para aumentar el número de inflorescencias la primavera siguiente y el rendimiento total el año siguiente. (5) Nitrógeno [25,8 kg/ha (23 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)] en el espesor máximo de la piel cuando se aplica la adenosina en el 75% de la caída de pétalos en el NWTQ, 10 días después del 75% de la caída de pétalos en el NWTQ, o aplicado en el espesor máximo de la piel para obtener un efecto sinérgico en aumentar el rendimiento de fruto de tamaño grande comercialmente valioso, sin reducir el rendimiento total, y para aumentar TSS y la proporción de TSS respecto a ácido y para apoyar el crecimiento de brotes vegetativos en verano para aumentar el número de inflorescencias la primavera siguiente y el rendimiento total el año siguiente. (6) Nitrato de potasio (28 kg de KNO₃/ha (25 lb de KNO₃/acre)) en estado latente (febrero), post-floración (~abril) y crecimiento exponencial del fruto (julio-agosto) cuando se aplica adenosina en uno o más de los momentos de aplicación preferidos para proporcionar nitrógeno y potasio para apoyar el crecimiento de fruto de tamaño grande comercialmente valioso.

Para pistacho, la adenosina se aplica con un fertilizante foliar cuando se hinchan las yemas a una punta verde para las inflorescencias emergentes (de finales de febrero a principios de marzo) para aumentar los niveles de nutrientes de las flores (ovario y/o polen) para aumentar el cuajado del fruto (nuez). Los tratamientos ejemplares incluyen: (1) Nitrógeno [6,7 kg/ha (6 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)]; (2) Nitrógeno [6,7 kg/ha (6 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)] combinado con cinc [5,6 kg/ha (5 lb/acre), ZnSO₄ (36% de Zn)]; (3) Boro [5,6 kg/ha (5 lb/acre), Solubor (20,5% de B)]; o (4) Nitrógeno [6,7 kg/ha (6 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)] combinado con cinc [5,6 kg/ha (5 lb/acre), ZnSO₄ (36% de Zn)] y boro [5,6 kg/ha (5 lb/acre)]. La adenosina (o similar) se aplica con fertilizante foliar de 1/2 a 2/3 de expansión foliar cuando las hojas tienen una cutícula lo suficientemente fina para la absorción de nutrientes y un área de superficie suficiente de modo que la cantidad de nutrientes absorbidos sea lo suficientemente grande para impactar la fisiología del árbol y el cuajado del fruto (nuez) y tamaño de la nuez: (1) Zinc [2,2 kg/ha (2 lb/acre), ZnSO₄ (36% de Zn)]; (2) Nitrógeno [6,7 kg/ha (6 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)]; o (3) Zinc [2,2 kg/ha (2 lb/acre), ZnSO₄ (36% de Zn)] y nitrógeno [6,7 kg/ha (6 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)] combinados. La adenosina (o similar) se aplica con fertilizante foliar a principios de junio, principios de julio y

mediados de agosto para aumentar el relleno de la almendra: (1) Potasio [11,2 kg/ha (10 lb/acre), KTS (0-0-25-17S)]; (2) Potasio [11,2 kg/ha (10 lb/acre), KNO₃ (13-0-38)]; (3) Nitrógeno [6,7 kg/ha (6 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)]; o (4) Potasio [11,2 kg/ha (10 lb/acre), KTS (0-0-25-17S)] y nitrógeno [6,7 kg/ha (6 lb/acre), urea (46% de N, 0,25% biuret)] combinados.

5 Para aguacates, los tratamientos adecuados que comprenden adenosina y un fertilizante foliar son como sigue. (1) Boro aplicado a 0,66 kg (1,45 lb) en 758 l (200 galones) de agua por 110 árboles por 4047 m² (acre) (1,63 kg de B en 1869 l/ha) o urea-nitrógeno a 22,7 kg (50 lb) (46-0-0, ≤0,25% biuret; 10,4 kg (23 lb de N) en 758 l (200 galones) de agua por 4047 m² (acre) (25,8 kg de N en 1869 l/ha) justo antes de la expansión de la inflorescencia del aguacate (fase coliflor del desarrollo de inflorescencia) para aumentar el número de óvulos viables y aumentar el número de tubos de polen que alcanzan los óvulos (Jaganath y Lovatt, Acta Hort, 1:181-184, 1998). (2) Fosfito de potasio [Nutri-Phite, 0-28-26; 2,5 l (2,6 cuartos) en 758 l (200 galones) de agua por 4047 m² (acre) (6 l de Nutri-Phite en 1869 l/ha)] en la fase coliflor del desarrollo de inflorescencia (Gonzalez et al., en prensa). No todos los nutrientes se absorben a través del follaje de todas las especies de cultivos e, incluso si se absorben, algunos nutrientes no son móviles en el floema. Mientras que la inflorescencia en desarrollo del aguacate 'Hass' absorbe fertilizantes aplicados al follaje, las hojas del aguacate 'Hass', especialmente en las condiciones de crecimiento de California, no absorben muchos nutrientes eficazmente. Sin embargo, se obtienen beneficios de producción sincronizando apropiadamente aplicaciones de nitrógeno a la tierra a 11,3 kg (25 lb) de nitrógeno como nitrato de amonio por 4047 m² (acre) (56 kg/ha) en tres fases críticas de la fenología del árbol: (1) antesis-cuajado del fruto temprano e inicio del nivelado de brotes vegetativos en el vértice de brotes florales indeterminados (aproximadamente mediados de abril); (2) periodo de división celular rápido y aumento significativo en tamaño del fruto (finales de junio a principios de julio); y (3) inicio de la inflorescencia (finales de julio a principios de agosto). La adenosina (o similar) se administra como una aplicación en la tierra/irrigación, aplicación foliar o inyección en el tronco durante uno o más de los siguientes periodos de tiempo: (1) a finales de invierno (enero o febrero) para aumentar la brotación de yemas primaveral, intensidad floral, cuajado de fruto y rendimiento total; (2) en la fase coliflor del desarrollo de inflorescencia o floración plena para aumentar el cuajado de fruto y rendimiento total; (3) de finales de junio a principios de julio para reducir la caída de junio y aumentar el crecimiento del fruto para aumentar el tamaño del fruto y rendimiento de fruto de tamaño grande comercialmente valioso, reducir la caída de fruto precosecha y estimular el crecimiento de brotes vegetativos de verano para aumentar el número de inflorescencias la primavera siguiente; y (4) a principios de agosto para prevenir la pre-cosecha, apoyar el crecimiento de brotes de verano, y aumentar el crecimiento de frutos de la cosecha actual para aumentar el tamaño del fruto y rendimiento de fruto de tamaño grande comercialmente valioso.

35 El metabolito natural de la presente divulgación, que comprende al menos el 95% de 9-beta-D-adenosina, se puede formular con uno o más de un estabilizador de pH, un antioxidante (u otro compuesto para aumentar el periodo de validez), y un agente bioactivo (por ejemplo, insecticida, fungicida, bactericida y/o acaricida). Además, el metabolito natural se puede formular en una mezcla con un soporte o, si es necesario, otros agentes auxiliares para formar cualquiera de los tipos estándar de preparaciones comúnmente usadas en agricultura, por ejemplo, una mezcla seca, gránulos, un polvo mojabable, una emulsión, una solución acuosa y similares.

40 Los soportes sólidos adecuados son arcilla, talco, caolín, bentonita, terra alba, carbonato de calcio, tierra de diatomeas, sílice, silicato de calcio sintético, kieselgur, dolomita, magnesia en polvo, tierra de batán, yeso y similares. Las composiciones sólidas también pueden estar en forma de polvos dispersables o granos, que comprenden, además del metabolito natural, un tensioactivo para facilitar la dispersión del polvo o granos en líquido.

45 Las composiciones líquidas incluyen soluciones, dispersiones o emulsiones que contienen el metabolito natural (adenosina y similares) junto con uno o más agentes activos de superficie (tensioactivos) tal como agentes humectantes, agentes dispersantes, agentes emulsionantes, o agentes de suspensión. En esas aplicaciones en las que los compuestos se aplican como un rociado foliar, preferiblemente se usan tensioactivos. Los tensioactivos reducen la tensión superficial en la gotita del rociado para asegurar que se material aplicado se extiende y cubre la superficie de la hoja más que formar bolitas. Esto facilita la absorción del material aplicado en la planta. Los tensioactivos también pueden afectar la absorción de materiales directamente cambiando la viscosidad y estructura cristalina de las ceras en la superficie de la hoja u otros tejidos (Tu y Randall, Capítulo 8-Adjuvants. En: Tu et al., [Eds.] Weed Control Methods Handbook: Tools and Techniques For Use In Natural Areas. The Nature Conservancy p. 219, 2001).

55 En general, se puede usar cualquier número de tensioactivos consistente con el fin de este constituyente. Por ejemplo, el tensioactivo puede comprender un tensioactivo no iónico, aniónico, catiónico o dipolar. El tensioactivo puede estar presente en la composición de la divulgación al formularla o, alternativamente, los tensioactivos se pueden introducir durante la administración a la planta. En tal caso, independientemente de si la administración se realiza por medios automatizados o manuales, el tensioactivo se puede combinar con la composición de la divulgación antes de, o codispensar por separado. Los tensioactivos catiónicos útiles en composiciones de la divulgación incluyen, pero no están limitados a, etoxilatos de amina, óxidos de amina, mono- y dialquilaminas, derivados de imidazolinio, y haluros de alquilbencilmetilamonio. Los tensioactivos no iónicos útiles en el contexto de esta divulgación generalmente son compuestos de poliéter (también conocido como óxido de polialquilenol, polioxilquilenol o polialquilenglicol). Más particularmente, los compuestos de poliéter son generalmente compuestos

de polioxiopropilen o polioxietilenglicol. Los tensioactivos aniónicos útiles con la divulgación comprenden, por ejemplo, carboxilatos de alquilo, sulfonatos de alquilbenceno lineales, sulfonatos de parafina y sulfonatos de n-alcanos secundarios, ésteres de sulfosuccinato y alcoholes lineales sulfatados. Los tensioactivos dipolares o anfóteros útiles con la divulgación incluyen, pero no están limitados a ácidos N-alquilaminopropiónicos, ácidos n-alquil-alfa-
5 iminodipropiónicos, carboxilatos de imidazolina, óxidos de aminas, sulfobetaínas y sultaínas.

Aunque el tensioactivo puede estar presente en la composición en cualquier cantidad útil, en formas de realización preferidas, está presente en una cantidad desde aproximadamente el 0,01% hasta aproximadamente el 25%, más preferiblemente desde aproximadamente el 0,01% hasta aproximadamente el 10% y más preferiblemente aun desde
10 aproximadamente el 0,05% hasta aproximadamente el 5%. Un tensioactivo está presente en las composiciones de la divulgación en una cantidad útil cuando facilita la disolución del metabolito natural, aumenta su absorción por la planta, y/o su eficacia en inducir la respuesta deseada. En una forma de realización preferida, el tensioactivo es un polisorbato, que está presente en una cantidad desde aproximadamente el 0,05% hasta aproximadamente el 5%. En una forma de realización particularmente preferida, el tensioactivo es polisorbato 20 (monolaurato sorbitano de polioxi-etileno 20), que está presente en la composición en una cantidad desde aproximadamente el 0,05% hasta
15 aproximadamente el 5%.

Las composiciones de la divulgación también pueden contener agentes de suspensión. Los agentes de suspensión adecuados son, por ejemplo, coloides hidrofílicos, por ejemplo, polivinilpirrolidona y carboximetilcelulosa sódica, y
20 las gomas vegetales, por ejemplo, goma arábiga y goma tragacanto.

Se pueden preparar soluciones, dispersiones o emulsiones acuosas disolviendo el metabolito natural (adenosina o similar) en agua o un solvente orgánico que puede, si se desea, contener uno o más agentes activos de superficie, de adhesión, humectantes, dispersantes o emulsionantes. Los solventes orgánicos adecuados son, por ejemplo,
25 alcoholes, hidrocarburos, aceites y sulfóxidos. En formas de realización que usan alcoholes, metanol, alcohol isopropílico, propilenglicol y alcohol de diacetona son preferidos. En formas de realización que usan aceites, los aceites de petróleo son preferidos. De los sulfóxidos, dimetilsulfóxido es preferido.

Las composiciones que se van a usar en forma de soluciones, dispersiones o emulsiones acuosas generalmente se suministran en forma de un concentrado que contiene una alta proporción del metabolito natural (adenosina o similar), y el concentrado se diluye después con agua antes del uso. Estos concentrados habitualmente requieren soportar almacenamiento durante periodos prolongados y después de tal almacenamiento, ser capaces de dilución con agua para formar preparaciones acuosas que permanecen homogéneas durante un tiempo suficiente para permitir ser aplicadas por equipo de rociado convencional. En general, los concentrados pueden contener
30 convenientemente desde el 10 al 60 por ciento en peso del metabolito natural (adenosina o similar).

Los compuestos bioactivos ejemplares con los que las composiciones de la presente divulgación se pueden formular incluyen, pero no están limitados a: insecticidas tal como abamectina, acefato, acetamiprida, avermectina, azadiractina, azinfos-metilo, bifentrina, binfenazato, buprofecina, carbofurano, clorfenapir, clorfluazurón, clorpirifos, clorpirifos-metilo, cromafenozida, clotianidina, ciflutrina, beta-ciflutrina, cihalotrina, lambda-cihalotrina, cipermetrina, ciromazina, deltametrina, diafentiurón, diazinón, diflubenzurón, dimetoata, diofenolan, emamectina, endosulfán, esfenvalerato, etiprol, fenotiocarb, fenoxicarb, fenpropatrina, fenproximato, fenvalerato, fipronil, flonicamid, flucitrinato, tau-fluvalinato, flufenoxurón, fonofos, halofenozida, hexaflumurón, imidacloprid, indoxacarb, isofenfos, lufenurón, malatión, metaldehído, metamidofos, metidatió, metomilo, metopreno, metoxiclor, monocrotofos, metoxifenozida,
40 nithiazin, novaluron, oxamyl, parathion, parathion-methyl, permethrin, phorate, phosalone, phosmet, phosphamidon, pirimicarb, profenofos, pimetozina, piridialil, piriproxifeno, rotenona, spinosad, sulprofos, tebufenozida, teflubenzurón, teflutrina, terbufos, tetraclorvinfos, tiacloprid, tiamethxam, tiodicarb, tiosultap-sodio, tralometrina, triclorfón y triflumurón; fungicidas tal como acibenzolar, azoxistrobina, benomilo, blastidicid-S, caldo bordelés (sulfato de cobre tribásico), bromuconazol, carpropamid, captafol, captan, carbendazim, cloroneb, clorothlonil, oxicloruro de cobre, sales de cobre, ciflufenamid, cimoxanil, ciproconazol, ciprodinil, (S)-3,5-dicloro-N-(3-cloro-1-etil-1-metil-2-oxopropil)-4-- metilbenzamida (RH 7281), diclocimet (S-2900), diclomezina, diclorano, difenoconazol, (S)-3,5-dihidro-5-metil-2-(metiltio)-5-fenil-3-(fenilamino)-4H-imidazol-4-ona (RP 407213), dimetomorf, dimoxistrobina, diniconazol, diniconazol-M, dodina, edifenfos, epoxiconazol, famoxadona, fenamidona, fenarimol, fenbuconazol, fencaramida (SZX0722), fencpiclonil, fenpropidina, fenpropimorph, acetato de fentina, hidróxido de fentina, fluazinam, fludioxonil, flumetover (RPA 403397), fluquinconazol, flusilazol, flutolanil, flutriafol, folpet, fosetil-aluminio, furalaxil, furametapir (S-82658), hexaconazol, ipconazol, iprobenfos, iprodiona, isotrotiolano, casugamicina, kresoxim-metilo, mancozeb, maneb, mephenoxam, mepronil, metalaxil, metconazol, metominostrobina/genominostrobina (SSF-126), miclobutanilo, neo-asozina (metanoarsonato férrico), oxadixilo, penconazol, pencicuron, probenazol, procloraz, propamocarb, propiconazol, pirifenox, piraclostrobina, pirimetanilo, piroquilon, quinoxifen, spiroxamina, azufre, tebuconazol, tetraconazol, tiabendazol, tifulzamid, tiofanato-metilo, tiram, tiadinilo, triadimefon, triadimenol, triciclazol, trifloxistrobian, triticonazol, validamicina y vinclozolina; nematocidas tal como aldicarb, oxamilo y fenamifos; bactericidas tal como estreptomycin; y acaricidas tal como amitraz, cinometionat, clorobencilato, cihexatina, dicofol, dienoclor, etoxazol, fenazaquian, óxido fr fenbutatina, fenpropatrina, fenpiroximata, hexitiazox, propargito, piridabeno y tebufenpirad. Una referencia general para estos protectores agrícolas es The Pesticide Manual, 12ª Edición,
50 Tomlin, Ed., British Crop Protection Council, Farnham, Surrey, Reino Unido, 2000.

Experimental

Se proporcionan los siguientes ejemplos para demostrar e ilustrar adicionalmente ciertas formas de realización y aspectos preferidos de la presente divulgación, y no se deben interpretar como que limitan el ámbito de los mismos.

Abreviaturas. Para asegurar un entendimiento completo de esta divulgación, se proporcionan las siguientes abreviaturas: ABA (ácido abscísico); Ado (adenosina); 6-BA (bencilaminopurina o benciladenina); 2,4-D (ácido 2,4-diclororfenoxiacético); 2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclororfenoxiacético); GA (giberelina); GA₃ (ácido giberrílico); IAA (ácido indol-3-acético); IBA (ácido indol-3-butírico); IPA (isopenteniladenina); NAA (ácido 1-naftalenacético); TIBA (ácido 2,3,5-triodobenzoico); PGR (regulador de crecimiento vegetal); y Veg (vegetativo).

Análisis estadístico. Todos los datos se describieron como número medio de brotes por 100 nudos a menos que se indique de otra manera. Se usó análisis de varianza para probar efectos de tratamiento en crecimiento de brotes vegetativos y florales, la intensidad floral como la producción de brotes florales sin hojas y frondosos de mandarina y brotes florales determinados e indeterminados de aguacate y brotes vegetativos de ambas plantas de cultivo en la floración y rendimiento de mandarina usando el procedimiento de modelos lineales generales del programa estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Las medias se separaron usando LSD protegida de Fisher, prueba de orden múltiple de Duncan o prueba de la T bilateral de Dunnett a P = 0,05.

Ejemplo 1

Administración de adenosina por irrigación para aumentar la producción de tomates

Este ejemplo describe el aumento en producción de frutos por plantas de tomate (cv. Supersweet 100), alcanzada a través de la aplicación de adenosina por irrigación. Se aplicó adenosina (9-beta-D-adenosina) obtenida de Sigma Chemical Co. (No. de catálogo A9251) en una cantidad suficiente de agua destilada para mover el material a la zona de la raíz de plantas de tomate 'Supersweet 100'. Se trataron las plantas que recibieron los tratamientos 2 y 3 una vez cada 10 días. Las plantas que recibieron los tratamientos 4, 5, 6 y 7 se trataron a diario. La cantidad total de citoquinina o adenosina recibida por las plantas en cada tratamiento al final del experimento (75 días después de plantar) se da entre paréntesis en la tabla 1-1 a continuación. La concentración de IPA de la infusión de humus de lombriz se determinó por radioinmunoensayo.

Tabla 1-1. Efecto de adenosina, las citoquininas isopenteniladenina (IPA), y 6-benciladenina (6-BA), e infusión de humus de lombriz en el crecimiento vegetativo y reproductivo de plantas de tomate.

Tratamiento ^y	# Hojas	Brote principal (mm)	Raíz primaria (mm)	# Brotes vegetativos	# Brotes de frutos	# Frutos	Diámetro del fruto
valor medio por planta							mm
(1) Control	39 e ^x	78,50	26,50	12,20 e	3,80 e	8 c	14,98 d
(2) Infusión de humus de lombriz (0,049 µg IPA)	67 d	46,50	44,50	23,40 d	10,20 d	9 c	19,36 c
(3) Infusión de humus de lombriz (0,49 µg IPA)	107 ab	70,00	24,75	34,20 b	17,60 a	17 a	21,87 b
(4) IPA (0,035 µg)	99 abc	73,75	25,50	30,20 c	12,40 bc	13 ab	21,81 b
(5) IPA (0,35 µg)	87 c	81,00	20,25	30,80 c	11,60 cd	10 bc	19,92 c
(6) 6-BA (0,35 µg)	92 bc	74,50	21,00	31,00 bc	14,40 b	9 c	21,51 b
(7) Adenosina (0,35 µg)	111 a	74,00	28,00	38,00 a	17,60 a	15 a	24,13 a
Valor P	<0,0001	0,1282	0,1081	<0,0001	<0,0001	0,0008	<0,0001

^z El experimento era un diseño en bloque completo aleatorizado con cuatro replicaciones por tratamiento y siete tratamientos, las plantas se recogieron al final de 75 días.

^y Los tratamientos se aplicaron en una cantidad suficiente de agua destilada para mover el material a la zona de la raíz. Las plantas que recibieron los tratamientos 2 y 3 se trataron una vez cada 10 días. Las plantas que recibieron los tratamientos 4, 5, 6 y 7 se trataron a diario. La cantidad total de citoquinina o adenosina recibida por las plantas en cada tratamiento al final del experimento (75 días) se da entre paréntesis. La concentración de IPA de la infusión de humus de lombriz se determinó por radioinmunoensayo.

^x Las medias en una columna vertical seguidas por diferentes letras son significativamente diferentes por LSD protegida de Fisher a P = 0,05.

Los datos indican que la adenosina aumentó significativamente el número de brotes vegetativos laterales y brotes reproductivos laterales, número de hojas, número de frutos y diámetros del fruto de plantas de tomate comparadas con concentraciones iguales de 6-benciladenina e isopenteniladenina. Sin embargo, la adenosina no tuvo un efecto general sobre el crecimiento de la planta ya que no alteró significativamente la longitud del brote principal o la raíz

primaria. Que la concentración eficaz de adenosina fuese mayor que la concentración eficaz de IPA es consistente con que la adenosina funcione como un suplemento nutricional y no un PGR como IPA. Los resultados demuestran la capacidad de la adenosina para aumentar la producción de cultivos. En este ejemplo, la adenosina estimuló la brotación de yemas para aumentar la ramificación lateral y para aumentar el número de brotes vegetativos laterales. El efecto de la adenosina en aumentar la brotación de yemas y aumentar la ramificación lateral también tuvo un efecto muy positivo en aumentar el número de brotes reproductivos, el número de flores y el número de cuajado de frutos (retenidos). La adenosina produjo un aumento neto en el número de frutos por planta del 87,5% sobre el control sin tratar. Además de aumentar el número de frutos, la adenosina significativamente aumentó el tamaño del fruto individual (por ejemplo, diámetro transversal aumentado). La adenosina aumentó el tamaño medio de los frutos de tomate individuales en el 61% sobre el de los frutos de plantas control sin tratar. El efecto de la adenosina en el crecimiento de brotes produjo un aumento significativo en el número de hojas por planta. Las plantas tratadas con adenosina tuvieron 2,85 veces más hojas que las plantas control sin tratar.

Ejemplo 2

Administración de adenosina por rociado foliar para aumentar la producción de mandarinas

Este ejemplo describe el aumento en el número y rendimiento de fruto comercialmente valioso de árboles de mandarina Clementina alcanzado por aplicación al follaje de adenosina. Se aplicó adenosina (9-beta-D-adenosina) obtenida de Sigma Chemical Co. (No. de catálogo A9251) (25 mg/l en 947 l (250 galones) de agua por 4047 m² (acre); 58,4 g/ha (23,66 g/acre)) con una pistola rociadora de 400 psi una vez en el espesor máximo de la piel, que marca el final de la fase de división celular del desarrollo del crítico, a mandarinos de Clementina 'Fina Sodea'. Como se muestra en la tabla 2-1 a continuación, la aplicación de adenosina aumentó significativamente el número acumulado en 3 años de frutos de 57,16 a 69,85 mm de diámetro (tamaños de cartón de embalaje grande y enorme) y aumentó el número acumulado en 3 años de mandarinas comercialmente valiosas en el conjunto combinado para fruto de tamaño de cartón de embalaje grande, enorme y extra sin reducir el rendimiento total (número medio de frutos por árbol) (P ≤ 0,05). Como se muestra en la tabla 2-2 a continuación, la aplicación de adenosina aumentó significativamente el rendimiento acumulado de 3 años de fruta de 57,16 a 69,85 mm de diámetro (tamaños de cartón de embalaje grande y enorme) y aumentó el rendimiento acumulado en 3 años de mandarinas comercialmente valiosas en el conjunto combinado para fruta de tamaño de cartón de embalaje grande, enorme y extra sin reducir el rendimiento total (kilogramos medios [cantidad x tamaño] por árbol) (P ≤ 0,05). Estos datos también fueron significativos (P ≤ 0,05) cuando se promediaron a través de los 3 años del experimento, estableciendo que la adenosina tenía un efecto positivo cada año. La adenosina no tuvo un efecto negativo sobre la calidad de la fruta en ningún año del estudio. En el año tres del estudio, la fruta de árboles tratados con adenosina tenía ácido en zumo significativamente reducido (P = 0,0163), lo que produjo una proporción total mayor de sólidos solubles respecto a ácido (P = 0,0570) (Tablas 2-4a-c).

Tabla 2-1. Efectos de adenosina aplicada al follaje de mandarinos sobre la cantidad de fruta

Tratamiento	Total	Tamaño del cartón de embalaje ^z						
		Colosal	Extra	Enorme	Grande	Medio	Pequeño	TE+E+G
<i>No. total de frutos/árbol</i>								
Adenosina	1529,3 ^y	5,64	22,89	128,25 a	360,93 a	497,05	417,12	512,07 a
Control	1467,0	6,78	26,94	86,53 b	292,66 b	493,79	431,69	406,14 b
Prueba T	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	*

^z Categorías del tamaño de fruto basado en diámetros transversales (mm): pequeño (44,45-50,80), medio (50,81-57,15), grande (57,16-63,50), enorme (63,51-69,85), extra (69,86-76,20), colosal (76,21-82,55) y grande + enorme + extra (57,16-76,20). TE+E+G es la suma de frutos de tamaño extra, enorme y grande.

^y Los números medios de frutos seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes a P = 0,05, indicado por un asterisco o no significativamente indicado por NS basado en la prueba de la T bilateral de Dunnett.

Tabla 2-2. Efectos de adenosina aplicada al follaje de mandarinos sobre el rendimiento de fruta (cantidad x masa)

Tratamiento	Total	Tamaño del cartón de embalaje ^z						
		Colosal	Extra	Enorme	Grande	Medio	Pequeño	TE+E+G
<i>Kg totales/árbol</i>								
Adenosina	126,30 ^y	1,04	3,52	15,42 a	34,67 a	37,00	23,58	53,60
Control	110,88	1,28	4,15	10,47 b	28,24 b	36,94	24,37	42,86
Prueba T	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	*

^z Categorías del tamaño de fruto basado en diámetros transversales (mm): pequeño (44,45-50,80), medio (50,81-57,15), grande (57,16-63,50), enorme (63,51-69,85), extra (69,86-76,20), colosal (76,21-82,55) y grande + enorme + extra (57,16-76,20). TE+E+G es la suma de frutos de tamaño extra, enorme y grande.

^y Los números medios de frutos seguidos por diferentes letras son significativamente diferentes a P = 0,05, indicado por un asterisco o no significativamente indicado por NS basado en la prueba de la T bilateral de Dunnett.

Tabla 2-3. Efectos de adenosina aplicada al follaje de mandarinos sobre el valor de la fruta (Ingreso acumulado en dólares estadounidenses)

Tratamiento	Total ^y	Tamaño del cartón de embalaje ^z					
		Pequeño	Medio	Grande	Enorme	Extra	TE+E+G
US\$/4047 m ² (acre) basado en 200 árboles/4047 m ² (acre)							
Adenosina	8015,80	1497,80	2522,40	2584,10 a	1149,50 a	262,10	3995,60 a
Control	7264,50	1550,90	2518,60	2105,20 b	780,70 b	309,10	3195,00 b
Valor P	0,1179	0,8130	0,9088	0,0723	0,0737	0,6982	0,0645
Dunnett	NS	NS	NS	*	*	NS	*

^z Categorías del tamaño de fruto basado en diámetros transversales (mm): pequeño (44,45-50,80), medio (50,81-57,15), grande (57,16-63,50), enorme (63,51-69,85), extra (69,86-76,20), y grande + enorme + extra (57,16-76,20). Los frutos se embalaron por número (basado en tamaño) por caja de 11 kg. El recuento de fruto por caja fue: pequeño, 44; medio, 34; grande, 26; enorme, 20; y extra 15. Los dólares estadounidenses medios por caja (al por menor) de fruto de cada categoría de tamaño fueron: pequeño, \$3,50; medio, \$3,75; grande, \$4,10; enorme, \$4,10; extra, \$4,10; TE+E+G es la suma de frutos de tamaño extra, enorme y grande.

^y Total es la suma de los valores de pequeño, medio, grande, enorme y extra

* Valores que se diferencian significativamente del control basado en la prueba bilateral de Dunnett a P = 0,05.

Estos datos subrayan los beneficios de adenosina aplicada en el espesor máximo de la piel. Hubo un aumento neto estadísticamente significativo en el rendimiento acumulado de 3 años de fruto grande comercialmente valioso (57,16-76,20 mm de diámetro) de 2148 kg (4.735 lb)/200 árboles/4047 m² (acre). Estos datos también fueron significativos cuando se promediaron a través de los tres años del experimento usando análisis de medidas repetidas, que establece que adenosina tenía un efecto positivo cada año. No hubo reducción en el rendimiento total; los árboles tratados con adenosina tuvieron un aumento neto numérico (no significativo) de 12.460 frutos/200 árboles/4047 m² (acre)/3 años, que equivale a 3048 kg (6.799 lb)/200 árboles/4047 m² (acre)/3 años.

Se espera que el uso de adenosina con aplicación foliar para aumentar el número de frutos y para aumentar el rendimiento (cantidad x tamaño) de fruto comercialmente valioso compare favorablemente con controles sin tratar, así como prácticas estándar disponibles: (1) GA₃ (PROGIBB® 4%, Valent Biosciences Corp.) a 28-227 ml (1-8 onzas líquidas) por 379 l (100 galones) de agua, usando un número suficiente de galones para buena cobertura; 1-2 aplicaciones desde el 50% de la caída de pétalos hasta 3 semanas después de la caída de pétalos de mandarinas e híbridos de mandarina; (2) 2,4-D (CITRUSFIX® AmVac Corp.) 19 g (0,67 onzas) (400 g de éster isopropílico de 2,4-D por l (3,34 libras de éster isopropílico de 2,4-D/galón)) por 379 l (100 galones) de agua a 1895 l (500 galones) por 4047 m² (acre) de 21 a 35 días después del 75% de la caída de pétalos de mandarinas e híbridos de mandarinas; y (3) 1% de urea de bajo buiret aplicada en el máximo espesor de la piel.

ProGibb® se debe usar con precaución ya que puede producir más cuajado de fruto de lo que es deseable, reduciendo de esta manera el tamaño final del fruto y se puede producir caída de hojas en árboles con estrés. La adenosina no requiere esta precaución y su eficacia en aumentar la producción de fruto comercialmente valioso no es tan sensible a la carga de cultivo (producción alternativa) que la de GA₃. De forma similar, CITRUSFIX® se debe usar con precaución ya que puede producir sequedad de los frutos (especialmente en cultivares 'Nules' y otros que tienden a ser secos o granulados). Además, CITRUSFIX® no se puede usar en árboles de menos de 6 años de edad y no se puede usar durante un nivelado del crecimiento de hojas. De nuevo la adenosina no requiere estas precauciones. La adenosina no tuvo efectos negativos en la calidad del fruto mandarina. Además, en uno de los tres años de la investigación la adenosina tuvo los efectos deseables de reducir la acidez y aumentar la proporción total de sólidos solubles (azúcares) respecto a ácido.

Ejemplo 3

Administración de adenosina por inyección en el tronco para aumentar la producción de aguacate

Este ejemplo describe el uso de adenosina para aumentar la brotación de yemas en primavera de árboles de aguacate 'Hass' para aumentar la intensidad floral y producción de aguacate. El aumento en la brotación de yemas se alcanzó mediante inyección en el tronco de adenosina (9-beta-D-adenosina) obtenida de Sigma Chemical Co. (No. de catálogo A9251), sola o con un regulador de crecimiento vegetal. Se inyectaron los siguientes tratamientos (1 g/árbol) a mediados de enero en el tronco de árboles de aguacate 'Hass' de alta producción en un huerto comercial en Irvine, CA: (1) adenosina (Sigma); (2) 6-BA (Sigma); (3) GA₃ (ProGibb 40%, Valent BioSciences Corp.); (4) TIBA (Sigma); y (5) TIBA más adenosina. Cada material se suministró a una tasa de 1 g por árbol disuelto en 50 a 60 ml de agua destilada usando dos jeringas de plástico por árbol. Hubo cinco replicados de árbol individuales por tratamiento, incluyendo (6) árboles control de alta producción sin tratar. Para cada árbol, se etiquetaron ramas (12 pulgadas de longitud), 1 con fruto y 1 rama sin fruto en cada uno de los cuatro cuadrantes del árbol. Durante la floración de primavera, se contaron el número de brotes florales (indeterminados y determinados), brotes vegetativos y yemas inactivas en cada rama etiquetada.

Tabla 3-1. Efecto de inyecciones en el tronco en la floración de primavera de árboles de aguacate 'Hass' que tienen una alta producción

Tratamiento	Tiempo	Floral	Floral determinado	Floral indeterminado	Floral (con fruto)	Floral (sin fruto)
<i>No. de brotes por 100 nudos</i>						
Control en cultivo	Enero	6 b ^z	1 b	5	5 c	7
Ado	Enero	10 ab	3 ab	7	8 abc	10
6-BA	Enero	9 b	1 b	8	9 abc	9
GA ₃	Enero	7 b	2 b	6	6 bc	8
TIBA	Enero	9 b	1 b	8	11 ab	8
Ado + TIBA	Enero	15 a	8 a	7	12 a	16
Valor P		0,0693	0,0789	0,2906	0,0793	0,1618

^z Las medias en una columna seguidas por una letra diferente son significativamente diferentes a un valor p especificado por la prueba LSD protegida de Fisher.

5 La tabla 3-1 resume los efectos de inyecciones en el tronco en enero de adenosina y regulador de crecimiento vegetal (PGR) sobre la floración en primavera de árboles de aguacate 'Hass' que tienen una alta producción. Estos resultados indican que la adenosina aplicada con TIBA como una única inyección en el tronco de árboles de alta producción en enero superó el efecto inhibitor del fruto sobre la brotación de yemas en primavera y aumentó significativamente el número de brotes florales comparado con los árboles control de alta producción sin tratar. El tratamiento aumentó significativamente el número de brotes florales determinados (inflorescencias), que típicamente están en bajo número o ausentes en la floración del año de baja producción. Además, el tratamiento aumentó significativamente el número de brotes florales en ramas que portan fruto, igualando el número de brotes florales en ramas con fruto, donde el fruto tiene un efecto inhibitor directo sobre las yemas, al de las ramas sin fruto, donde se esperaría que la inhibición de la brotación de yemas fuese menor. Nótese que la eficacia de adenosina sola fue igual que la de adenosina más TIBA en aumentar el número total de brotes florales por 100 nudos, pero no fue significativamente diferente del control de alta producción sin tratar. Se contempla que la adenosina administrada a una tasa mayor en enero o administrada a la misma tasa en julio y de nuevo en enero aumente el número total de brotes florales hasta un valor significativamente mayor que los árboles control de alta producción sin tratar a $P \leq 0,05$.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para aumentar la producción de cultivos, que comprende administrar a una planta de cultivo una composición que comprende una cantidad eficaz de un nucleósido que comprende al menos el 95% de 9-beta-D-adenosina de modo que aumente la producción del cultivo de la planta de cultivo, en donde la producción de cultivo aumentada comprende un aumento en crecimiento reproductivo.
- 10 2. El método de la reivindicación 1, en donde la composición comprende además uno o más de un fertilizante, un regulador de crecimiento vegetal, y un bioestimulante.
- 15 3. El método de la reivindicación 2, en donde el fertilizante se selecciona del grupo que consiste en nitrógeno, potasio, magnesio, fósforo, calcio, azufre, hierro, boro, cloro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, níquel, cobalto, silicio, selenio y combinaciones de los mismos.
- 20 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la planta de cultivo es una planta de fruto perenne.
- 5 5. El método de la reivindicación 4, en donde la planta de fruto perenne se selecciona del grupo que consiste en manzana, albaricoque, aguacate, cítrico, melocotón, pera, nuez pecana, pistacho y ciruela.
- 25 6. El método de la reivindicación 4, en donde la composición se administra en uno o más de los siguientes momentos; (i) en el 10% de anthesis, (ii) en la floración plena, (iii) 30 días después del 75% de la caída de pétalos; (iv) en el máximo espesor de la piel del fruto, y (v) más de 60 días antes de la recogida de la fruta.
- 30 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la planta de cultivo es una planta de cultivo anual.
- 35 8. El método de la reivindicación 7, en donde la composición se administra una, dos, tres, cuatro, cinco, seis o siete veces a la semana.
- 40 9. El método de la reivindicación 4, en donde la composición se administra por una técnica seleccionada del grupo que consiste en rociado foliar, irrigación, e inyección en el tronco.
- 45 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la producción de cultivo aumentada comprende además un aumento en crecimiento vegetativo.
- 50 11. El método de la reivindicación 1, en donde el aumento en crecimiento reproductivo comprende un aumento en uno o más del grupo que consiste en el número de brotes con fruto, número de frutos, tamaño del fruto, y rendimiento total del fruto.
12. El método de la reivindicación 1, en donde el aumento en crecimiento reproductivo comprende un aumento en el rendimiento de fruto grande comercialmente valioso en una base por planta o por parcela.
13. El método de la reivindicación 10, en donde el aumento en crecimiento vegetativo comprende un aumento en uno o ambos del número de hojas y el número de brotes vegetativos.
14. Una composición que comprende: (i) un nucleósido que comprende al menos el 95% de 9-beta-D-adenosina, y (ii) un fertilizante.
15. La composición de la reivindicación 14, en donde el fertilizante se selecciona del grupo que consiste en nitrógeno, potasio, magnesio, fósforo, calcio, azufre, hierro, boro, cloro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, níquel, cobalto, selenio, silicio y combinaciones de los mismos.

FIGURA 1

Naranja Navel



